

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES ✓
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Position detection method, e.g. for vehicle steering wheel angle

Patent number: DE4243778
Publication date: 1994-06-30
Inventor:
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Classification:
- international: G01B21/22; G01B11/26; B62D6/00; H03M1/22;
F02D41/00
- european: B62D15/02, F02D41/24A, G01D5/36C, H03M1/22,
G01D5/245C1B, G01D5/347F4, G01D11/24S
Application number: DE19924243778 19921223
Priority number(s): DE19924243778 19921223

Abstract of DE4243778

A code carrier carries a track with a number of identical markings arranged at equal intervals and a second track with a reference. A sensor containing two detectors associated with the individual tracks is connected to an evaluation device. Either the code carrier or the sensor is movable. The second track has distinguishable markings or markings at different intervals. The measurement position is determined from the sequence of markings on the second track.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 43 778 A 1

51 Int. Cl.⁵:
G 01 B 21/22
G 01 B 11/26
B 62 D 6/00
H 03 M 1/22
F 02 D 41/00

21 Aktenzeichen: P 42 43 778.4
22 Anmeldetag: 23. 12. 92
43 Offenlegungstag: 30. 6. 94

DE 42 43 778 A 1

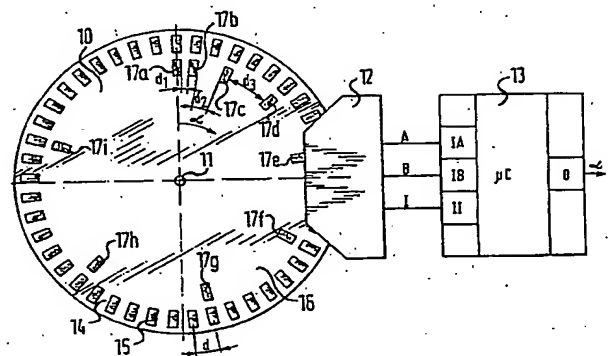
71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Vorrichtung oder Verfahren zur Lageerkennung

57 Es wird eine Vorrichtung oder ein Verfahren zur Lageerkennung beschrieben, bei dem ein Codeträger eine erste Spur (14) mit einer Vielzahl gleichartiger Markierungen aufweist und eine zweite Spur (16) mit unterscheidbaren Markierungen oder gleichen Markierungen mit unterschiedlichem Abstand aufweist, wobei diese Markierungen von wenigstens zwei Sensoren abgetastet und in einer nachfolgenden Auswerteeinrichtung digital ausgewertet werden. Die Winkelstellung wird erkannt, indem die zwischen den Indexmarkierungen liegenden Abstände ausgezählt werden, indem die Zahl der gleichartigen Markierungen, die zwischen den Indexmarkierungen liegen, ausgezählt wird. Die Indexmarkierungen können bei aufwendigeren Systemen auch in einer speziellen Codierung angeordnet sein, durch Vergleich mit einer zu erwartenden Codierung lassen sich dann Fehler erkennen. Eingesetzt werden kann die erfindungsgemäße Einrichtung speziell zur Bestimmung des Lenkradwinkels oder der Drosselklappenstellung bei Brennkraftmaschinen.



DE 42 43 778 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 94 408 026/104

14/40

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung oder einem Verfahren zur Lageerkennung nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Bei verschiedenen Anwendungen, besonders im Zusammenhang mit der Lageerkennung von Winkelsensoren besteht das Bedürfnis, gleich nach der Inbetriebnahme die genaue Stellung des Meßobjektes zu kennen.

Diese Forderung läßt sich am besten mit Hilfe von analogen Winkelsensoren, beispielsweise Drosselklappenpotentiometern erfüllen, die in jeder Position nach dem Einschalten sofort den gültigen Stellungswert in Form einer Spannung ausgeben. Bei solchen Drosselklappenpotentiometern ändert sich der Widerstand und damit die abgegriffene Spannung in Abhängigkeit von der Stellung der Drosselklappe.

Bei inkrementellen Gebern mit einer Spur von Inkrementen ist die Feststellung der Lage nicht ohne besondere Hilfsmittel möglich. Eine Möglichkeit wäre, in einer Recheneinrichtung einen Speicher vorzusehen, in dem der vor dem Ausschalten zuletzt ermittelte Stellungswert gespeichert wird und dieser gespeicherte Wert nach dem Einschalten als neuer Ausgangswert für den weiteren Verlauf benutzt wird. Diese Vorgehensweise hat jedoch den Nachteil, daß auch bei ausgeschalteten Systemen eine mechanische Winkelverstellung vorgenommen werden kann und damit keine Beziehung des gespeicherten Wertes zum aktuellen Wert mehr besteht.

Eine weitere Möglichkeit wäre, einen absolut codierten inkrementellen Geber einzusetzen, der eine Anzahl von parallelen Spuren aufweist, die mit je einem Sensor abgetastet werden und so eine für die absolute Lage charakteristische Signalkombination abgibt. Ein solcher absolut codierter Drehwinkelgeber, beispielsweise bei einer gewünschten Auflösung von 12 Bit 12 Codespuren aufweisen muß, hat den Nachteil, daß er sehr aufwendig und damit teuer ist.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung oder das erfindungsgemäße Verfahren zur Lageerkennung hat demgegenüber den Vorteil, daß es relativ einfach ist und zwar nicht sofort nach dem Einschalten jedoch nach einer nur geringen Bewegung des abzutastenden Codeträgers eine eindeutige Lageerkennung zuläßt.

Erreicht werden diese Vorteile, indem ein Codeträger eingesetzt wird, der eine erste Spur mit einer Vielzahl von gleichartigen Markierungen aufweist, die in gleichem Abstand voneinander angeordnet sind und außerdem eine zweite Spur mit unterscheidbaren Markierungen oder mit gleichartigen Markierungen mit unterschiedlichen Abständen aufweist, wobei die beiden Spuren von einem Sensor abgetastet werden, der zwei voneinander in halbem Markierungsabstand befindliche Aufnehmer umfaßt, die der ersten Spur zugeordnet sind und einen dritten Aufnehmer, der der zweiten Spur zugeordnet ist.

Das Vorbeilaufen des Codeträgers am Sensor erzeugt in den Sensorelementen Spannungsimpulse, deren zeitliche Abfolge eine genaue Erkennung der Lage zuläßt, die Auswertung der Abfolge der einzelnen Impulse gestattet zudem eine Drehrichtungserkennung.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn als Sensor für das erste und zweite Signal ein Sensor eingesetzt wird, der eine Vergleichsmessung der Helligkeiten der beiden Aufnehmer vornimmt, durch diese Vergleichsmessung werden Langzeiteffekte, die die Empfindlichkeit der Aufnehmer beeinflussen, kompensiert.

Weitere Vorteile der Erfindung. Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen lassen sich weitere Vorteile des im Anspruch 1 beanspruchten Verfahrens bzw. der beanspruchten Vorrichtung erzielen.

Zeichnung

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei zeigt im einzelnen Fig. 1a das Gesamtsystem in vereinfachter Darstellung mit einer ersten Version einer Codescheibe und Fig. 1b die entstehenden Ausgangssignale. In Fig. 2 ist eine Auswertemöglichkeit für die in Fig. 1a dargestellte Einrichtung angegeben. In Fig. 3 ist eine weitere Version der Codescheibe dargestellt und in Fig. 4 wird eine Darstellung für einen Winkelsensor nach Fig. 1 oder 3 als digitaler Lenkradwinkelsensor angegeben, Fig. 5 zeigt schließlich die Anwendung einer Codescheibe für ein Drosselklappenpotentiometer.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, bei dem eine Codescheibe 10, die den Codeträger darstellt, mit einer Welle 11 verbunden ist. Dabei wird die Codescheibe 10 von einem Sensor 12 abgetastet, dessen Ausgangssignale einer Auswerteeinrichtung 13, die beispielsweise als μC ausgebildet ist und geeignete Zähl- sowie Speichermittel umfaßt, zugeführt werden, an deren Ausgang ein dem Winkel α , der die Stellung der Welle 11 bzw. der Codescheibe 10 charakterisiert, proportionales Signal entsteht.

Die Codescheibe 10 weist eine erste Spur 14 auf mit einer Vielzahl gleichartiger Marken 15, die alle voneinander den identischen Abstand d aufweisen. Eine zweite Spur 16, die die Referenzspur darstellt, weist gleichartige Marken 17a bis 17i auf, deren Abstand ein ganzzahliges Vielfache der Strecke d_1 beträgt, wobei dieses ganzzahlige Vielfache von eins (zwischen 17a und 17b) bis acht (zwischen 17i und 17a) läuft.

Der Sensor 12 weist beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ein lichtemittierendes Element auf, das die beiden Spuren 14, 16 gleichmäßig mit Licht bestrahlt. Weiterhin weist der Sensor 12 wenigstens drei lichtempfindliche Elemente auf, beispielsweise Fotodioden, wobei die erste und die zweite Fotodiode der Spur 14 zugeordnet sind und die Signale A bzw. B liefern. Die dritte Fotodiode ist der Spur 16 zugeordnet und liefert das Signal I. Der sich ergebende Signalverlauf ist in Fig. 1b dargestellt.

Ein solcher Sensor 12, bei dem jedoch sechs Fotodioden vorhanden sind, wird von der Firma HP geliefert und ist beschrieben in einem Firmenprospekt mit der Bezeichnung "Three Channel Optical Incremental Encoder Modules". Dabei handelt es sich um einen Sensor, der intern insgesamt sechs Signale erzeugt, wobei jeweils zwei Signale für A, B und für I erhalten werden, die miteinander verglichen werden, so daß letztendlich zur Hell/Dunkel-Erkennung immer die Differenz zweier Signale A oder zweier Signale B oder zweier Signale I verwendet werden kann, womit eine altersbedingte

Empfindlichkeitsveränderung der Fotodioden kompensiert wird. Näheres zu diesem Sensor kann dem erwähnten Firmenprospekt entnommen werden.

Als Sensor 12 kann jedoch auch ein anderer Sensor, der drei Signale A, B und I abgibt, eingesetzt werden. In einer einfachen Version genügt ein Sensor, der die beiden Spuren abtastet und nur die Signale A und I liefert, mit ihm ist eine Auswertung möglich, wenn keine Änderung im Drehrichtungssinn auftritt.

Als Codescheibe kann auch eine Scheibe mit magnetischen Markierungen, die als zusätzliche Magnete oder als Schlitze in einer ferromagnetischen Scheibe oder als unterschiedliche Magnetisierungsbereiche ausgebildet sein können, eingesetzt werden, als Sensor muß dann entsprechend ein magnetischer oder ein Hallsensor eingesetzt werden. Wenn sich die Welle 11 und damit die Codescheibe 10 dreht, laufen die einzelnen Markierungen 15, 17 am Sensor 12 vorbei und erzeugen die in mit A, B und I bezeichneten Signale. Dabei ist zu erkennen, daß die Signale A und B gegeneinander um 90 Grad verschoben sind, das Referenzsignal I tritt in fester Zuordnung zu den Signalen A und B auf.

Anhand von Fig. 2 soll die Auswertung für eine Anordnung zu Bestimmung eines Winkels α mit zwei Spuren 14 und 16 erläutert werden. Die Spuren bilden bei dem Winkelsensor einen geschlossenen Kreis, sie sind in Fig. 2 aber aus Gründen der Übersichtlichkeit als Strecken dargestellt. Die Spur 14 enthält n Löcher als Markierungen M, die im gleichen Abstand d auf dem Umfang verteilt sind. Die Spur 14 liefert demnach in Verbindung mit einem geeigneten Abtaster ein inkrementelles Signal, dessen Auflösung durch den Abstand d der Marken 15 gegeben ist.

Der Sensor 12 muß so beschaffen sein, daß er neben der Erfassung der Marken 15 auch deren Drehrichtung erfassen kann. Dies geschieht dadurch, daß mittels zweier und einen halben Lochabstand versetzter Abtaster aus der Spur 14 zwei Signale gewonnen werden, die um 180° gegeneinander phasenverschoben sind. Aus der Phasenlage der aus Spur 14 gewonnenen Signale kann mit bekannten Mitteln ein Richtungssignal gewonnen werden. Die gegeneinander um 180° phasenverschobenen Signale können beispielsweise mit Hilfe von zwei gegeneinander um einen halben Lochabstand verschobenen Sensoren gewonnen werden, beispielsweise mit der im Prospekt von HP angegebenen Anordnung.

Die Anordnung der Markierungen bzw. Löcher in Spur 16 ist so gewählt, daß es möglich ist, eine Absolutstellungserkennung der Lochscheibe nach bestimmten Winkelstellungen zu ermöglichen. Dazu sind die Löcher so angeordnet, daß sich ihre Abstände von Loch zu Loch bzw. Markierung zu Markierung in Form einer arithmetischen Reihe um jeweils ein Rastermaß d (Spur 14) erhöhen.

Die zeitliche Signalabfolge nach Fig. 2 ist im übrigen so aufgetragen, daß das in Fig. 1a mit 17a bezeichnete Inkrement als erstes am Sensor vorbeiläuft. Für die Signalabfolge nach I gilt dann, daß die Marke 17a als erste am Sensor vorbeiläuft, danach die Marke 17b, 17c usw.

Der Abstand z der Markierung n von der davorliegenden Markierung in der Spur I errechnet sich dann nach der Gleichung:

$$z = d_1 + (n-1) \cdot d$$

Wobei d_1 der Anfangsabstand und d der Abstand zwischen den Markierungen 15 ist.

Bei der oben angegebenen Gleichung handelt es sich um eine arithmetische Reihe erster Ordnung, die Differenz zweier aufeinanderfolgender Glieder dieser Reihe

ist dabei konstant, im vorliegenden Fall $= 1$.

Mit der Codierung der Spur 16 in Form der beschriebenen arithmetischen Reihe erster Ordnung läßt sich präzise die Position der Scheibe ermitteln. Ausgehend von dem Beispiel, daß nach dem Einschalten des Systems die Codescheibe an beliebiger Stelle stehen kann, wird nach dem Einschalten der Ausgang des Systems zunächst blockiert, da in diesem Augenblick die Stellung der Scheibe nicht bekannt ist und ein plausibles Ausgangssignal daher nicht möglich ist.

Beindet sich die Scheibe in einer Position, die in Fig. 2 mit P bezeichnet ist, bewirkt eine Drehung der Scheibe nach rechts, daß in den Zähler Z1 des Kanals A Impulse einlaufen, die in positiver Richtung gezählt werden. Nach einem relativ kleinen Drehwinkel wird vom Kanal B die erste Indexmarkierung erkannt. Diese Indexmarkierung setzt den Zähler Z1 des Kanals A auf Null, so daß bei Weiterdrehen der Codierscheibe in den Zähler Z1 von Null an aufwärts gezählt wird (Richtungssignal positiv).

Der Zählvorgang wird unterbrochen, wenn der nächste Impuls der Spur I erscheint. Dieser Impuls stoppt den Zählvorgang des Zählers Z1. Das Ergebnis des Zählers kann nun zur Bestimmung der Absolutposition der Codescheibe 10 verwendet werden. Für den Fall, daß sich die Codescheibe 10 nach rechts dreht wird die Absolutposition ABS(R) nach folgender Gleichung errechnet:

$$ABS(R) = 1 + Z1/2 \times (Z1 + 1).$$

Beindet sich der Abtaster wieder in der Position P und dreht sich die Codescheibe 10 nach links, wird nach einem gewissen Drehwinkel wiederum eine Indexmarkierung erkannt, die den Zähler Z1 auf Null setzt. Im weiteren Verlauf wird der Zähler Z1 bis zur nächsten Indexmarkierung abwärts zählen. Da bei einer Drehung der Scheibe nach links das Richtungssignal negativ ist, kann mit diesem Signalpegel die Berechnungsvorschrift der Absolutposition für den Fall der linksdrehenden Scheibe aktiviert werden. Diese Berechnungsvorschrift unterscheidet sich von der Berechnungsvorschrift für die rechtsdrehende Scheibe, sie lautet:

$$ABS(L) = Z1 + (Z1 - 1) \cdot (xZ1 - 2)/2.$$

Für die Zahl der Markierungen d in Spur 14 und Spur 17 gilt ein fester Zusammenhang.

Bei einer vorgegebenen Anzahl von Indexmarkierungen ist die Zahl der Löcher in Spur 14 festgelegt, wenn kein Restfeld entstehen soll, das zur Zweideutigkeit in der Auswertung führen könnte. Für n Indexmarkierungen in Spur 16 gilt für die Anzahl der Löcher S_n der Zählspur:

$$S_n = \frac{n}{2} (2d_1 + n - 1) \cdot d$$

für $d_1 = 1$ und $d = 1$ gilt

$$S_n = \frac{n}{2} (n + 1)$$

so daß bei z. B. 45 Indexmarken in Spur 17 die Lochzahl in Spur 14 1035 beträgt.

Bei diesem Beispiel enthält das erste Segment der

Spur 17 eine Indexmarkierung, das letzte Segment der Spur enthält 45 Indexmarkierungen. Da im Beispiel 1035 Markierungen einem Winkel von 360° entsprechen, bedeutet dies, daß zwischen den Markierungen 17i (der letzten) und 17a (der ersten) der Codescheibe ein Winkelabstand von $15,65^\circ$ gegeben ist. Da wie bereits beschrieben, für die Stellungserkennung zwei aufeinanderfolgende Markierungen 17 erkannt werden müssen, ist im ungünstigsten Fall, nämlich im Winkelbereich zwischen den Markierungen 17h und 17a ein maximaler Drehwinkel von etwa 30° erforderlich um die Absolutposition der Scheibe bestimmen zu können. In einer weiteren Ausgestaltung des Sensors 12 wird ein aus der bereits erwähnten Druckschrift von HP bekannter Sensor eingesetzt, der eine Leuchtdiode und die dazugehörenden Empfängerdiode enthält. Das Licht der Leuchtdiode wird durch eine Linse parallelisiert und gelangt durch die Markierungen der Codescheibe auf mehrere Lichtempfängerdiode gleichzeitig. Die Empfängerdiode sind dabei im gleichen Abstand wie die Codescheibenmarkierungen in Silizium integriert, so daß eine präzise Abtastung der Struktur möglich ist. Die Zählspur wird dabei von zwei um jeweils einen halben Lochabstand versetzten Diodenpaaren abgetastet. Es entstehen dabei zwei um 90° verschobene elektrische Signale A und B, aus denen die Drehrichtung ermittelt werden kann.

Zur Auswertung der Signale wird nach dem Einschalten des Systems die Auswerteeinrichtung initialisiert, insbesondere wird ein in der Auswerteeinrichtung 13 vorhandener Zähler Z1 auf Null gesetzt und der Ausgang der Auswerteeinrichtung gesperrt, dies bedeutet, daß kein gültiges Winkelsignal zur Verfügung steht.

Beginnt sich die Codescheibe zu drehen, laufen in den Zähler Z1 Impulse ein. Die Zählrichtung des Zählers wird durch die Richtungserkennung unter Zuhilfenahme von Kanal B bewerkstelligt. Erscheint nun ein erstes Markierungsloch 17 am Aufnehmer I, wird der Zähler Z1 erneut auf Null gesetzt, anschließend zählt er von Null beginnend auf- oder abwärts je nach Drehrichtung der Scheibe.

Wird die nächste Indexmarkierung registriert, wird der Zählerwert in einen Rechenalgorithmus übernommen, der aus dem Zählwert entsprechend den eingangs genannten Gleichungen die Absolutposition der Codescheibe errechnet.

Der so errechnete Wert dient dann als Ausgangswert für einen zweiten in der Auswerteeinrichtung 13 vorhandenen Zähler Z2, der im weiteren Verlauf die Impulse der Zählspur 14 weiterverarbeitet und in Abhängigkeit davon die jeweils gültige Winkelstellung ausgibt. Eine zweite Möglichkeit zur Bestimmung der Absolutposition besteht darin, den Inhalt des Zählers Z1 nicht rechnerisch zu verwerten, sondern die zum Zählwert gehörende Absolutposition in einer Tabelle im Rechner abzulegen. Diese Variante hat den Vorteil, daß der Winkel schneller zur Verfügung steht. Außerdem besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Indexfelder nicht wie in Fig. 1a regulär anzuordnen. Sie können dem Anwendungsfall entsprechend in beliebiger Reihenfolge am Umfang angeordnet werden, es muß lediglich beachtet werden, daß jedes Indexfeld in einer Länge nur einmal vorhanden ist, um Eindeutigkeit zu gewährleisten.

In Fig. 3 ist die Codescheibe eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung dargestellt, dabei weist die Scheibe 10 ebenfalls eine erste Spur 14 mit einer Vielzahl gleichartiger Markierungen 15 auf, die alle denselben Abstand voneinander aufweisen. Die zweite Spur

16 hat Markierungen 18a bis 18h mit unterschiedlicher Länge und unterschiedlichen Abständen d1 bis d8. Diese Markierungen und ihre Abstände bilden einen Code, beispielsweise in einen sequentiellen Code.

Der in Fig. 3 verwendete sequentielle Code weist eine Periode von 2^{n-1} auf, wobei n die Zahl der Markierungen der Spur 14 ist, die Auflösung der Spur 14 bzw. die Anzahl der Markierungen n muß so gewählt werden, daß sich ein eindeutiger Code für die Spur 16 festlegen läßt.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist jedoch nicht auf den dargestellten sequentiellen Code beschränkt, auch andere Codierungen, die mit Hilfe eines Generatortopolynoms erzeugt werden können, sind möglich.

Bei der Erzeugung des Codes mittels eines Generatortopolynoms kann jedoch eine nicht definierte Stelle auftreten und zwar an der Stelle, an der die beiden "Enden des Codes zusammenstoßen". Beim Vorbeilaufen dieser Markierung bzw. dieses Bereiches des Codewortes auf Aufnehmer entsteht ein nicht eindeutiges Codewort, es muß daher immer dann wenn der nicht eindeutige Bereich im Codewort enthalten wäre, dafür gesorgt werden, daß am Ausgang der Auswerteschaltung 13 kein, den Winkel bezeichnendes Signal entsteht.

Mit den Codescheiben nach Fig. 1 bis 3 kann nicht nur die absolute Winkelposition bestimmt werden, sondern es ist zusätzlich noch möglich, zu überprüfen, ob beispielsweise durch Verunreinigung eine falsche Position eingelesen wurde. Durch Auswertung des eindeutigen Codes oder Abstandes der Spur 16 ist nach Ablauf einer zur Erkennung eines Codewortes erforderlichen Scheibendrehung mittels eines Vergleiches mit dem zu erwarteten Codewort oder Abstand eine Fehlererkennung möglich. Das zu erwartende Codewort oder der zu erwartende kann in einem Speicher der Auswerteeinrichtung abgelegt sein.

In den Fig. 4 bis 5 ist als Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Lenkradwinkelsensor dargestellt, der eine der in den Fig. 1a oder 3 aufgezeigten Geberscheiben aufweist und außerdem mehrere Aufnehmer bzw. einen Sensor mit der erforderlichen Anzahl von Photodioden umfaßt.

Ein solcher inkrementieller Lenkradwinkelsensor, der optisch oder magnetisch abgetastet werden kann, kann ohne zusätzliche Mittel lediglich ein Signal abgeben, das sich jeweils nach einer Lenkradumdrehung wiederholt. Es besteht daher keine Möglichkeit, auf die Anzahl der bereits durchgeführten Lenkradumdrehungen zu schließen. Da bei der Erfassung des Lenkradwinkels von Kraftfahrzeugen jedoch der Lenkradwinkel in einem Bereich zwischen $+720^\circ$ und -720° erfaßt werden soll, dies entspricht vier Lenkradumdrehungen, sind Vorkehrungen zu treffen, mit denen erkennbar ist, innerhalb welcher Lenkradumdrehung sich der Sensor befindet.

In Fig. 4 ist das Gesamtsystem eines Lenkradwinkelsensors dargestellt, wobei nur erfindungswesentliche Teile näher bezeichnet sind. Dabei ist die Scheibe 10 mit einer, als Hohlwelle ausgebildeten Welle 11 verbunden, die ihrerseits auf die feinverzahnte Welle 20 des Lenkgetriebeeingangs gesteckt ist und mit dieser durch die Feinverzahnung formschlüssig verbunden ist.

Der Sensor 12 tastet die Spuren 14 und 15 ab und liefert Signale an eine Auswerteeinrichtung 13, die beispielsweise als Mikrocontroller ausgebildet ist. In der Auswerteeinrichtung 13 wird aus den vom Sensor 12 gelieferten Signalen ein Winkelsignal ermittelt.

Mit der Welle 11 fest verbunden ist ein Zahnrad 21, welches das Sonnenrad eines zweistufigen Planetenum-

laufgetriebes darstellt. Die zu diesem Getriebe gehörenden drei Planetenräderpaare 22a, 22b und 22c sind auf einer Scheibe 23 befestigt und stehen im Eingriff mit einem innenverzahnten Außenkranz 24, der seinerseits fest mit dem Gehäuse 26 verbunden ist.

Das Planetenumlaufgetriebe ist bezüglich seiner Zähnezahlen so dimensioniert, daß sich für die Übersetzung Sonnenrad zu umlaufendem Steg ein Wert von genau vier ergibt. Die Scheibe 23 ist der Träger der Information für die Anzahl der Lenkradumdrehungen, sie dreht sich mit den Planetenrädern nach genau vier Umdrehungen des Lenkrades einmal. Da nur vier Umdrehungen detektiert werden müssen, ist auf dieser Scheibe lediglich eine 2-Bit-Information zu codieren, die mit Hilfe eines einfachen Aufnehmers abgefragt werden kann, wobei dieser Aufnehmer optisch, magnetisch kapazitiv usw. wirken kann.

Die Scheibe 10, die Träger der Markierungen 15 bzw. der Codemarkierungen 17a bis 17i ist, dreht sich also viermal, während sich die Scheibe 23 nur einmal dreht.

Beim in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Scheibe 23 aus Stahlblech und trägt am Umfang in zwei Spuren Aussparungen, die den Code für die entsprechende Lenkradumdrehung repräsentieren. Dieser Code wird mittels zweier Hall-Magnetschranken abgefragt, wobei sich zwei kleine Stabmagnete 26 in der entsprechenden Position, beispielsweise im feststehenden innenverzahnten Außenrad befinden.

Die zugehörigen Hall-Schalter 27 sind in der unter der Stahlscheibe 23 liegenden Trägerplatte eingebettet. Diese Trägerplatte trägt auch die Auswerteinrichtung 13 bzw. den Mikrocontroller samt zugehöriger Beschaltung.

Auf der gegenüberliegenden Seite einer weiteren Zwischenplatte ist der Sensor 12 befestigt. Die Hohlwelle befindet sich im Gehäuse, das mit einem Deckel verschlossen wird. Die Hohlwelle trägt eine umlaufende Ringnut, die zum einen die Führung im Gehäuse übernimmt und zum anderen einen Dichtring 32 aufnimmt, der den Lenkradwinkelsensor abdichtet. Der Deckel trägt ebenfalls einen Dichtring auf der anderen Gehäusesseite.

Die Funktionsweise des Lenkradwinkelsensors nach Fig. 3 ist prinzipiell dieselbe wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1, da jedoch zusätzlich erkannt werden muß, in welcher Umdrehung sich das Lenkrad befindet, ist die Auswertung etwas aufwendiger und soll nun noch einmal komplett beschrieben werden.

Die Codescheibe weist in der ersten Spur 1026 Markierungen auf, aus denen 4194 Impulse pro Umdrehung generiert werden. In der zweiten Spur sind die Indexmarkierungen angeordnet, deren Abstand voneinander verschieden ist.

Von einem Bezugspunkt ausgehend vergrößert sich der Abstand von Indexmarkierung zu Indexmarkierung um jeweils einen Markierungsabstand. Damit eine zuverlässige Abtastbarkeit erzielt wird beträgt der minimale Abstand zwischen zwei Indexmarkierungen zehn Abstände der gleichartigen Markierungen. Der nächstgrößere Abstand beträgt dann elf Markierungsabstände, der übernächste zwölf. Da sich die Reihe am Bezugspunkt schließen muß, ergeben sich bei 1026 Markierungen 36 unterscheidbare Indexfelder, wobei das letzte Feld 45 Markierungsabstände groß ist.

Durch die unterschiedliche Größe der Indexfelder ist es möglich, innerhalb einer Scheibenumdrehung an 36 Stellen die Absolutstellung innerhalb einer Umdrehung zu ermitteln. Dazu wird laufend der Abstand zweier

Indexmarkierungen bestimmt. Jeder Abstand ist eindeutig eine Absolutposition der Scheibe zuzuordnen.

Ist einmal die Absolutposition erkannt, kann in einer ersten Version innerhalb einer Scheibenumdrehung auf einen normalen Zählmodus übergegangen werden.

In einem verbesserten Verfahren werden ständig die Abstände zwischen zwei Indexmarkierungen ausgewertet, da das System nach relativ kleinen Scheibendrehwinkeln, die den Winkelabständen der Indexmarkierungen entsprechen, aktualisiert werden kann und auf diese Weise eventuelle Zählfehler im vorangegangenen Segment korrigiert werden können.

Nach dem Einschalten des Systems ist noch keine Aussage über die augenblickliche Stellung der Scheibe möglich. Erst wenn in der Indexspur zwei zusammenhängende Marken erkannt sind, kann das System eindeutig die Position bestimmen.

Im ungünstigsten Fall befindet sich der Abtaster der Indexspur am Ende des größten Feldes. In diesem Fall müssen die zwei am weitesten auseinander liegenden Indexlöcher vom Abtaster erkannt werden, dazu ist ein Drehwinkel der Scheibe von etwa 30° erforderlich.

Damit eine eindeutige Erkennung der Stellung des Lenkrades möglich ist, muß nach jeder Umdrehung der Lochscheibe dem System mitgeteilt werden, daß sich der aktuelle Lenkwinkel um 360° verringert oder vergrößert hat. Dies wird mit Hilfe des Grobsystemes des Lenkwinkelsensors, also der Schlitzscheibe 23 mit den dazugehörigen zwei Hall-Magnetschranken übernommen. Diese Hall-Magnetschranken fragen parallel die Stellung der Scheibe ab.

Da durch das Umlaufrädergetriebe bei vier Lenkradumdrehungen die Codescheibe nur eine einzige Umdrehung ausführt, wechselt der 2-Bit-Code nach genau 90° Codescheibenwinkel seinen Wert. Für den Übergang innerhalb Codes von einem Wert auf den nächsten wird wegen der Schalthyserese des Hall-Elementes Hall-Elementes und dem Streufeld der Magnete ein bestimmter Winkelbereich der Codescheibe für die Umschaltung benötigt.

Da der Codeübergang der Scheibe jedoch mit der anderen Codescheibe in fester Zuordnung stehen muß und diese Zuordnung eindeutig sein muß, bedeutet dies, daß der Codeübergang zuverlässig innerhalb eines Segmentes der Encoderscheibe liegen muß. Der größte Segmentwinkel der Encoderscheibe beträgt damit etwa 18°, bezogen auf den Winkel der untersetzten Codescheibe stehen nur $18^\circ/4 = 4.5^\circ$ zur Verfügung, so daß es ohne weiteres möglich ist, diese Übereinstimmung zwischen den beiden Codescheiben herzustellen.

Die in Fig. 4 angegebene Markierungskombination auf der Scheibe 10 wurde deshalb gewählt, damit ein handelsüblicher Sensor 12 eingesetzt werden kann. Mit kleineren Sensoren, die eine bessere Auflösung erlauben, kann dieselbe Scheibe wie sie im Ausführungsbeispiel 1 dargestellt ist, verwendet werden. Damit verbessert sich die Winkelauflösung deutlich, es werden jedoch an den Sensor bedeutend höhere Anforderungen gestellt.

Die Erfindung wurde anhand des in Fig. 4 dargestellten Lenkradwinkelsensors beispielhaft erläutert, sie läßt sich auf beliebige Winkelsensoren übertragen insbesondere hier ein Sensor zur Ermittlung der Drosselklappenstellung bei einer Brennkraftmaschine erwähnt. Bei einem solchen Sensor ist die Codescheibe der Drosselklappenstellung zuzuordnen.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist eine Anordnung die der in Fig. 1a dargestellten An-

ordnung entspricht, so ausgestaltet, daß sie besonders zur Erfassung des Drosselklappenwinkels einer Brennkraftmaschine geeignet ist. Die Geberscheibe dieses Ausführungsbeispiels ist in Fig. 5 dargestellt.

Da sich die Drosselklappe DK nur um etwa 90° bewegen kann, genügt es, einen Bereich von etwa 120° mit Markierungen zu versehen, wobei diese Markierungen beim in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel in zwei Spuren angeordnet sind. Die Spur 14 trägt eine Vielzahl gleichartiger Markierungen, die sich in gleichem Abstand voneinander befinden, es handelt sich dabei um Durchbrüche oder Schlitze, deren Breite beispielsweise 0,25° trägt. Diese Spur beginnt bei etwa -20° Drosselklappenwinkel und erstreckt sich bis ca. 110°.

Die Indexspur 16 erstreckt sich über denselben Winkelbereich und besteht aus einem ersten Bereich, der lichtdurchlässig ist und sich von -20° bis +10° erstreckt, während der zweite Bereich, der von +10° bis 100° reicht, lichtundurchlässig ist.

Die Grenze der beiden Bereiche, des lichtdurchlässigen und des lichtundurchlässigen wurde bei 10° festgelegt, da dieser Bereich einem Drosselklappenöffnungswinkel entspricht, der im praktischen Fahrbetrieb sehr oft erreicht wird. Der Übergang zwischen den lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Bereich kann jedoch auch an anderer Stelle erfolgen.

Die in Fig. 5 dargestellte Anordnung wird mit Hilfe einer Senderleuchtdiode durchstrahlt, das durchgelassene Licht wird mit Hilfe wenigstens dreier Empfangsdioden registriert, wobei die Empfangsdioden wie in Fig. 1a beschrieben, angeordnet sind, so daß zwei Empfangsdioden der Codespur und eine der Indexspur zugeordnet sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung oder Verfahren zur Lageerkennung, mit einem Codeträger, der eine erste Spur mit einer Vielzahl von gleichartigen Markierungen, die in gleichem Abstand voneinander angeordnet sind, und eine zweite Spur mit einer Referenz aufweist, mit einem Sensor, der zwei Aufnehmer umfaßt, die den einzelnen Spuren zugeordnet sind und mit einer Auswerteeinrichtung in Verbindung stehen und entweder der Codeträger oder der Sensor bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Spur unterscheidbare Markierungen oder gleichartigen Markierungen mit unterschiedlichen Abständen aufweist und die Lage aus der Abfolge der Markierungen der zweiten Spur bestimmt wird.
2. Vorrichtung oder Verfahren zur Lageerkennung, mit einem Codeträger, der eine erste Spur mit einer Vielzahl von gleichartigen Markierungen, die in gleichem Abstand voneinander angeordnet sind, und eine zweite Spur mit einer Referenz aufweist, mit einem Sensor, der zwei in einem vorgebbaren Abstand voneinander befindliche Aufnehmer, die der ersten Spur zugeordnet sind und einen weiteren, der zweiten Spur zugeordneten Aufnehmer umfaßt, die mit einer Auswerteeinrichtung in Verbindung stehen und entweder der Codeträger oder der Sensor bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Spur unterscheidbare Markierungen oder gleichartigen Markierungen mit unterschiedlichen Abständen aufweist und die Lage aus der Abfolge der Markierungen der zweiten Spur bestimmt wird.
3. Vorrichtung oder Verfahren nach Anspruch 1

oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Codeträger auf einer mit einer drehbaren Welle, deren Stellung bestimmt werden soll, in Verbindung stehenden Codescheibe aufgebracht ist und der Sensor feststehend ist.

4. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die unterscheidbaren Markierungen der zweiten Spur gleichartige Markierungen sind und die Abstände zwischen den einzelnen Markierungen ganzzahligen Vielfachen des Abstandes zwischen zwei Markierungen der ersten Spur entspricht, wobei diese Vielfache vorzugsweise 0, 1, 2, ... n sind.

5. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der kleinste Wert der ganzzahligen Vielfachen in Abhängigkeit von der Sensorgeometrie festgelegt wird.

6. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierungen lichtdurchlässige Schlitze sind und der Sensor ein optischer Sensor ist, der ein homogen lichtemittierendes Element, das alle Spuren ausleuchtet, und zwei oder drei lichtempfindliche Dioden als Aufnehmer aufweist.

7. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung Zählmittel umfaßt, die die gleichartigen Markierungen zählen und jeweils beim Durchlauf einer Referenzmarke auf Null zurückgesetzt werden.

8. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung Helligkeitsdifferenzen analysiert.

9. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Codeträger mit dem Lenkrad eines Fahrzeuges in Verbindung steht und die zu erkennende Lage der Lenkradwinkel ist.

10. Vorrichtung oder Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Codeträger eine Scheibe ist, die mit einer Welle verbunden ist, die mit einer weiteren Welle des Lenkgetriebes verbunden ist.

11. Vorrichtung oder Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der codierten Scheibe verbundene Welle mit der Welle des Lenkgetriebes über ein Planetengetriebe verbunden ist.

12. Vorrichtung oder Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Übersetzung des Planetengetriebes so gewählt wird, daß sich die mit der codierten Scheibe verbundene Welle einmal dreht, während sich die andere Welle viermal dreht.

13. Vorrichtung oder Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Aufnehmer vorgesehen ist, der eine weitere Spur mit einer Markierung abtastet.

14. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Codeträger mit der Drosselklappe eines Fahrzeuges in Verbindung steht und die zu erkennende Lage der Drosselklappenwinkel ist.

15. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Spur einen Code, vorzugsweise einen sequentiellen Code bildet und die Codewörter mit

abgespeicherten Codewörtern verglichen werden.

16. Vorrichtung oder Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Vergleich eines ermittelten Codewortes mit einem zu erwartenden, abgespeicherten Codewort eine Fehlerken- 5
nung ermöglicht wird.

17. Vorrichtung oder Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Code mit Hilfe eines Generatorpolynoms erzeugt wird und sich ergebende nicht eindeutige Bereiche unter- 10
drückt werden.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

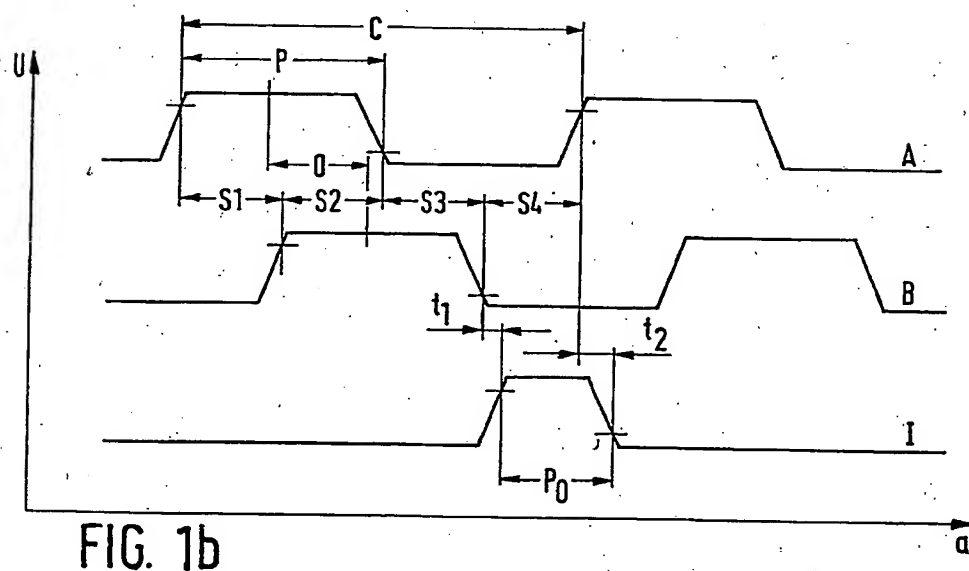
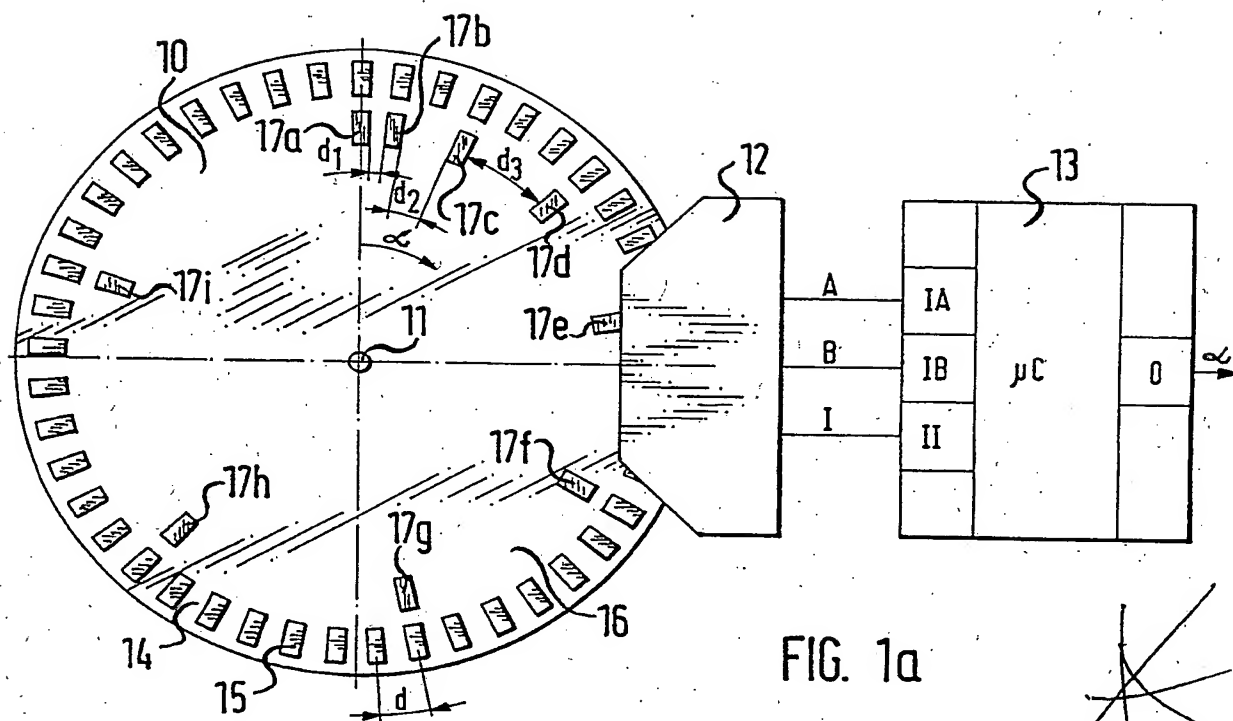
45

50

55

60

65



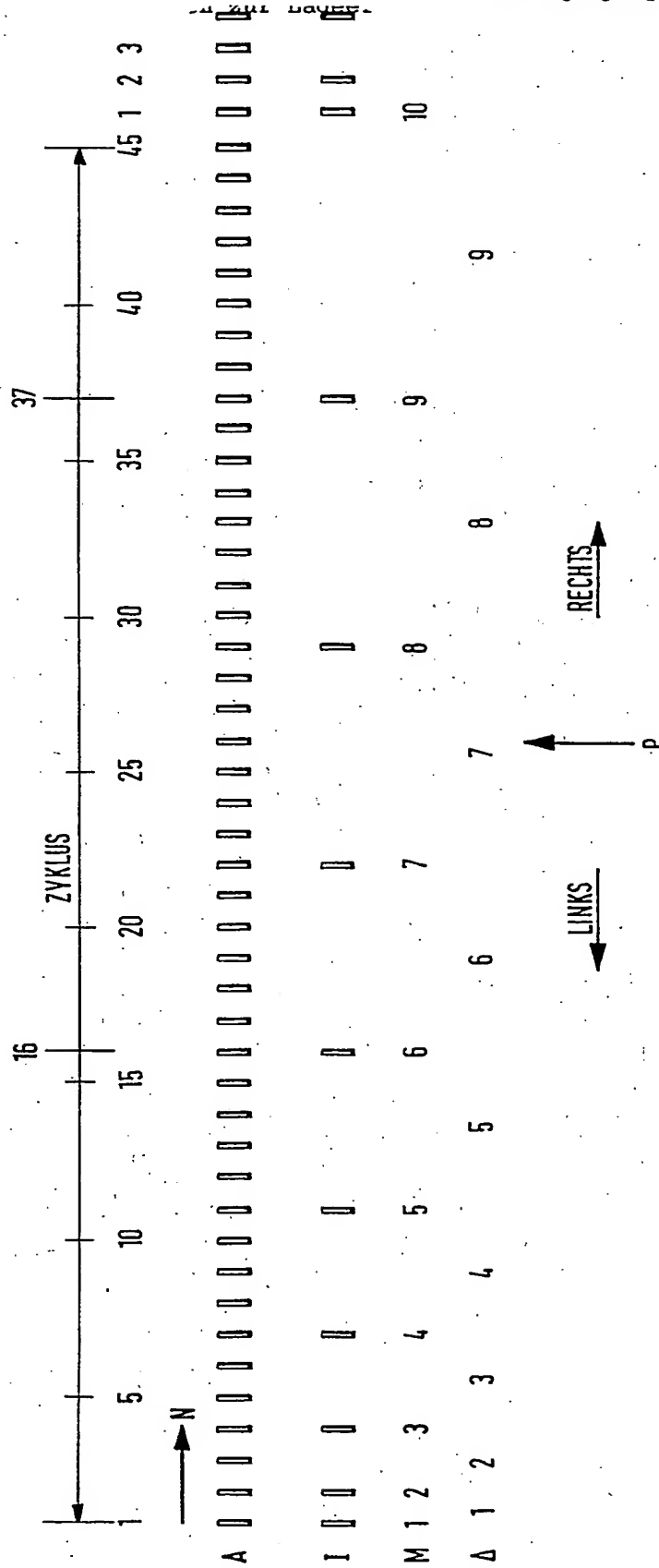


FIG. 2

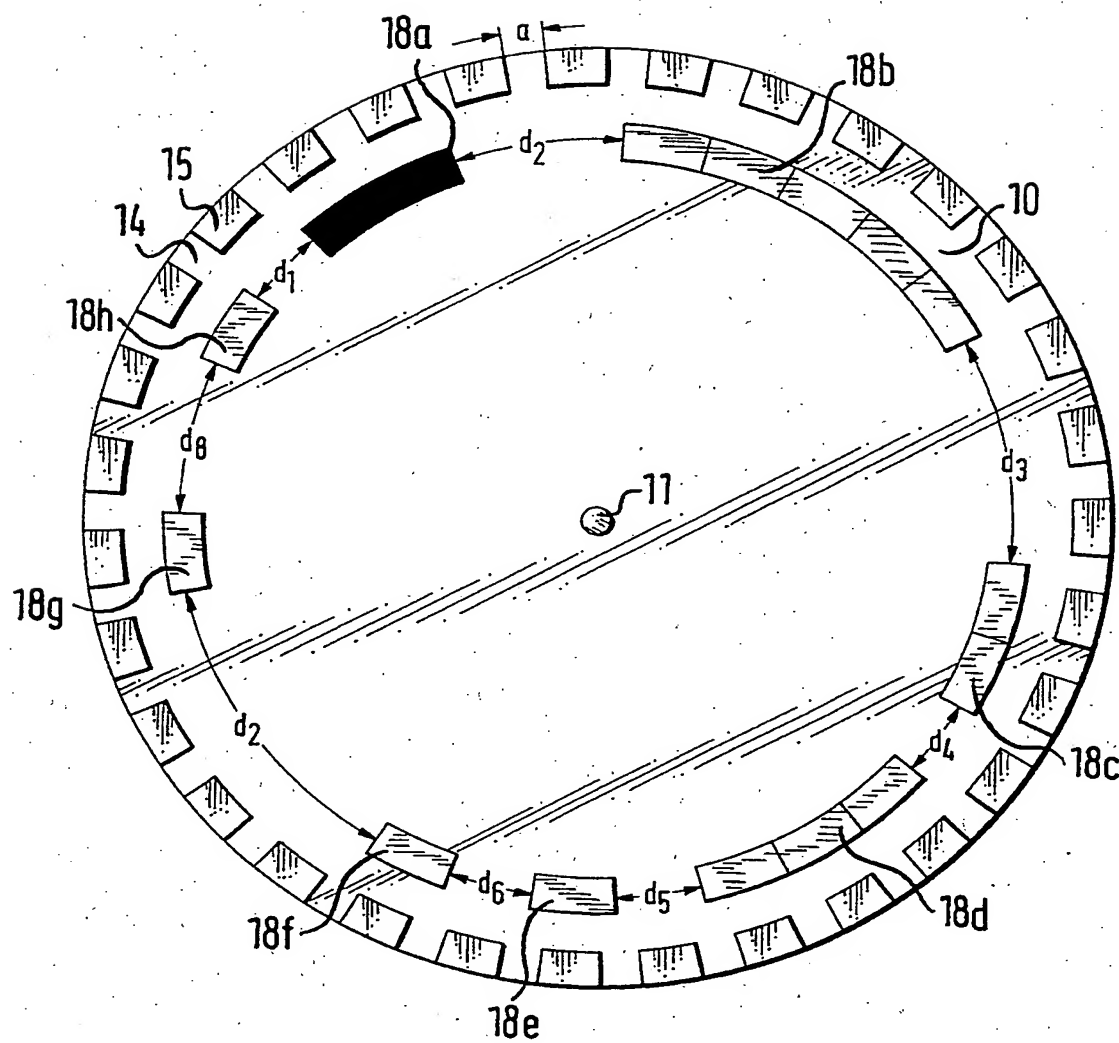


FIG. 3

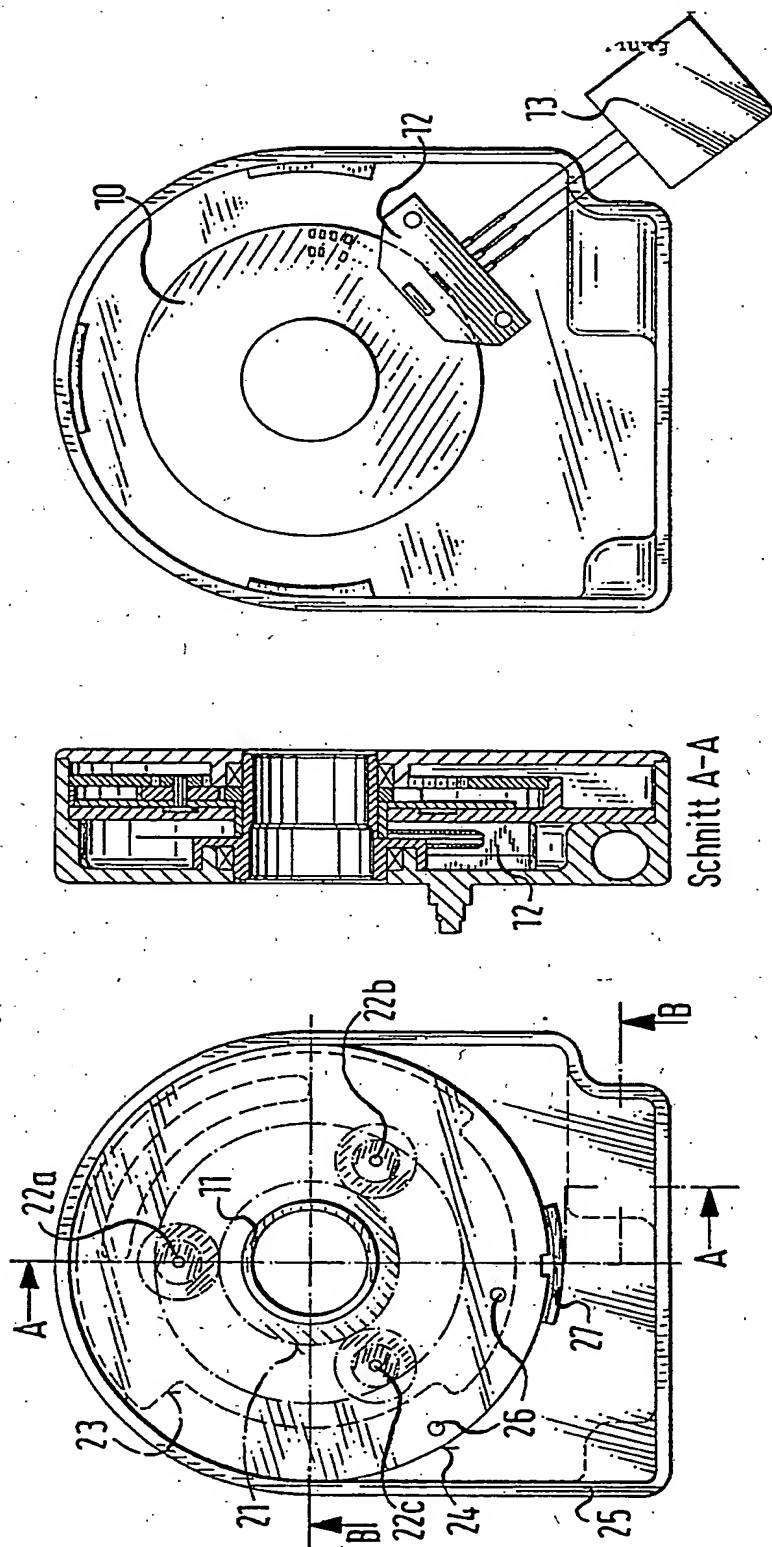
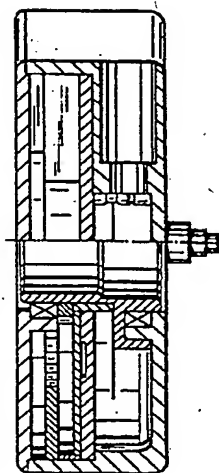


FIG. 4

Schnitt B-B



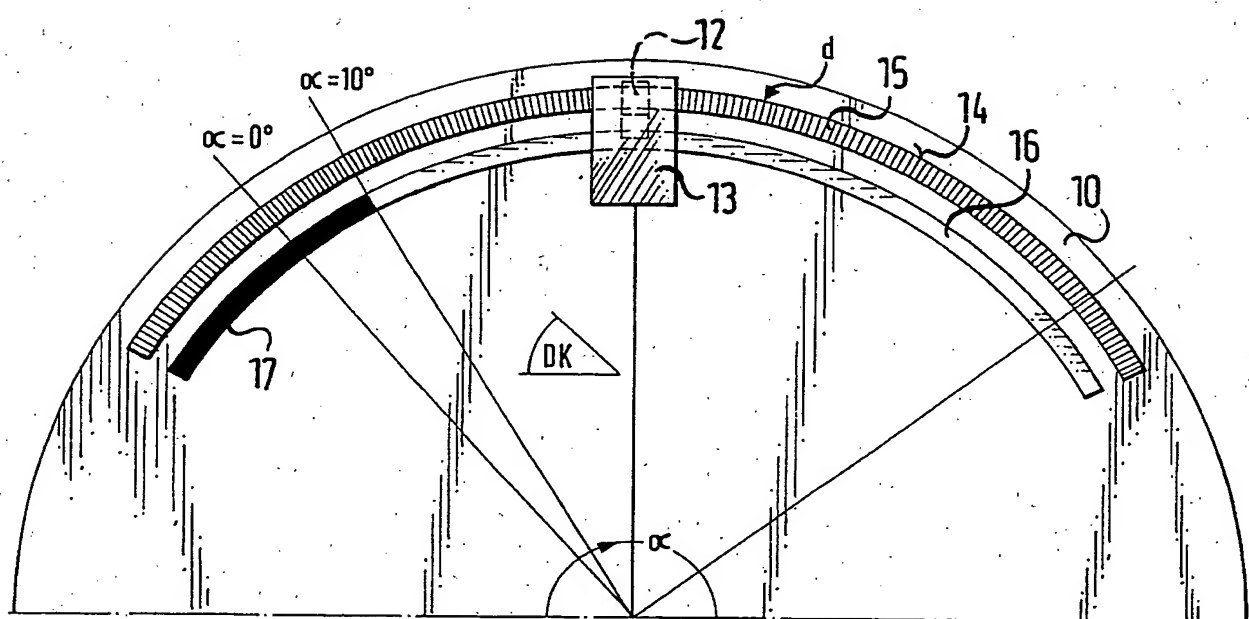


FIG. 5